



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 198 962** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **C 25 B 1/24**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000131800/12, 18.12.2000
(24) Дата начала действия патента: 18.12.2000
(46) Дата публикации: 20.02.2003
(56) Ссылки: ГАЛКИН Н.П., КРУТИКОВ А.Б.
Технология фтора. - М.: Атомиздат, 1968, с.
65, 100-106. SU 1303037 A3, 07.04.1987. US
4125443 A, 14.11.1978. US 4312718 A,
26.01.1982.
(98) Адрес для переписки:
665804, Иркутская обл., г. Ангарск, АЭХК,
Главному инженеру М.В.Сапожникову

(71) Заявитель:
ГУП "Ангарский электролизный химический
комбинат"
(72) Изобретатель: Зусайлов Ю.Н.
(73) Патентообладатель:
ГУП "Ангарский электролизный химический
комбинат"

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА

(57)
Изобретение относится к технологии
получения фтора, а более конкретно к
расплавам кислых фторидов калия, которые
применяются в среднетемпературном
способе электролиза фтора. Фтор получают
путем электролиза на угольном аноде из
расплава трифторида калия. Электролиз
ведут с плотностью тока на аноде 0,4

А/см² при содержании фтористого водорода
в электролите 39,2-40,4 вес.% и температуре
электролита 106-112°C. Технический эффект:
решается задача оптимального содержания в
электролите фтористого водорода при
соответствующей температуре, что
обеспечивает наибольшую ионную
проводимость и уменьшает или исключает
электронную проводимость расплава. 4 табл.

RU 2 198 962 C2

RU 2 198 962 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 198 962** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 25 B 1/24**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000131800/12, 18.12.2000

(24) Effective date for property rights: 18.12.2000

(46) Date of publication: 20.02.2003

(98) Mail address:
665804, Irkutskaja obl., g. Angarsk, AEhKhK,
Glavnomu inzheneru M.V.Sapozhnikovu

(71) Applicant:
GUP "Angarskij ehlektroliznyj khimicheskij
kombinat"

(72) Inventor: Zusajlov Ju.N.

(73) Proprietor:
GUP "Angarskij ehlektroliznyj khimicheskij
kombinat"

(54) **FLUORINE GENERATION TECHNOLOGY**

(57) **Abstract:**

FIELD: production of fluorine. SUBSTANCE: invention refers, in particular, to winning of melts of acidic calcium fluoride utilized in average temperature method of fluorine electrolysis. Fluorine is generated by electrolysis across carbon anode from melt of potassium trifluoride. Electrolysis is conducted with current density across anode 0.4 A/sq cm with content of hydrogen fluoride in electrolyte amounting to

39.2-40.4 per cent by weight and electrolyte temperature of 106-112 C. Technical effect lies in solving of problem of maintaining of optimum content of hydrogen fluoride in electrolyte at corresponding temperature which ensures maximum ionic conductivity and decreases or excludes electron conductivity of melt. EFFECT: provision for maximum ionic conductivity and decrease or exclusion of electron conductivity of melt. 4 tbl

RU 2 198 962 C2

RU 2 198 962 C2

Изобретение относится к технологии получения фтора, а более конкретно к расплавам кислых фторидов калия, которые применяются в среднетемпературном способе электролиза фтора.

Известен среднетемпературный способ получения фтора, в котором в качестве электролита используются расплавы кислых фторидов калия, близкие по составу трифториду калия $KF \cdot 2HF$. В расплаве трифторида калия присутствуют ионы калия, водорода, фтора и ион HF_2^- . В процессе электролиза на угольном аноде происходит разряд ионов фтора и HF_2^- с выделением элементарного фтора, а на катоде - ионов водорода с выделением водорода. Вследствие перенапряжения для реакции разряда ионов водорода не исключается возможность разряда на катоде ионов калия с выделением калия и выделением водорода в результате взаимодействия калия со фтористым водородом. Более вероятен механизм выделения водорода на катоде вследствие присоединения электрона к молекуле фтористого водорода [1, стр. 65].

Электропроводность расплавов при межэлектродном напряжении больше напряжения разложения электролита (в процессе электролиза) или меньше напряжения разложения электролита объясняется ионной проводимостью. Сообщается, что длительный электролиз не исключает протекание тока через фторную ячейку ниже напряжения разложения трифторидного расплава [1, стр.66].

Содержание фтористого водорода в расплаве и его температура для электролизеров разных фирм неодинаковы. Например, для электролизера на 1,5 кА (США): 37-40 вес. %; 95-115°C; для электролизера на 2кА фирмы "Хукер"(США): 38-40 вес.%; 100-110°C; для электролизера на 6 кА той же фирмы: 40-42 вес.%, 100°C [1,стр. 100-106].

В патенте СССР 1303037 - Ватанабе, Армаки, Кита "Способ получения фтора" (1979) предлагается расплав с мольным отношением фтористого водорода и фторида калия в интервале 1,8-2,2 (38,2-43,1 вес.%). Интервал изменения температуры расплава не указан.

В патенте США 4602985 "Угольные электроды" (1986 г.) предлагается расплавленный электролит примерного состава $KF \cdot 2HF$, без указания интервала содержания в расплаве фтористого водорода и интервала температуры расплава.

В качестве наиболее близкого аналога предполагаемого изобретения выбираем патент СССР 1303037 "Способ получения фтора", в котором предлагается расплав с содержанием фтористого водорода в интервале 38,2-43,1 вес.%.

К недостаткам применяемого для получения фтора электролита следует отнести:

- большие интервалы изменения содержания фтористого водорода в электролите и неопределенность интервала изменения температуры электролита;

- отсутствие данных по взаимному влиянию содержания фтористого водорода в электролите и его температуры на выход фтора по току.

Отклонение от стехиометрии трифторида калия и недостаточная температура электролита ведет:

- к увеличению количества структурных дефектов, что способствует переходам электронов из валентной зоны в зону проводимости. Расплав в результате этого может приобретать полупроводниковые свойства, то есть некоторую электронную проводимость [2];

- к уменьшению выхода фтора по току. Увеличение температуры электролита в этом случае способствует увеличению выхода фтора по току, то есть уменьшению потерь электроэнергии за счет уменьшения электронной проводимости расплава электролита, что согласуется с поведением проводников 1-го рода.

Свойство некоторой электронной проводимости расплава кислых фторидов калия до настоящего времени не известно.

Для проведения процесса электролиза фтора с применением расплава электролита, близкого по составу трифториду калия, при плотности тока на аноде 0,4 А/см² предлагается использовать электролит с содержанием фтористого водорода в нем в интервале 39,2-40,4 вес.% при температуре электролита в интервале 106-112°C.

Предполагаемым изобретением решается задача оптимального содержания в электролите фтористого водорода при соответствующей температуре, что обеспечивает наибольшую ионную проводимость и уменьшает или исключает электронную проводимость расплава.

ПРИМЕР

Согласно теории квазикристаллической модели [2], расплав рассматривается как кристаллическая решетка, в которой сохраняется ближний порядок расположения частиц. При этом образуется столько вакансий, сколько соответствует увеличению объема при плавлении.

Известно, что при плавлении кислых фторидов калия объем вещества увеличивается.

В табл. 1 приведены величины электросопротивлений твердого кислого фторида калия с различным содержанием фтористого водорода в интервале 35-40 вес. %. Замеры проводились с использованием цифрового омвольтметра ВК-7-35, между анодной и катодной шинами электролизеров с замороженным электролитом, при комнатной температуре, при снятом напряжении с цепи электроснабжения электролизеров.

Особенностью этих замеров является то, что они выполнялись при использовании стабилизированного тока напряжением 4В, что заложено в конструкцию прибора.

Из табл.1 видно, что электросопротивление кислых фторидов калия в твердом состоянии с уменьшением содержания фтористого водорода от 40 до 35 вес.% уменьшается на несколько порядков, при этом кислые фториды калия, находящиеся в твердом состоянии, переходят из разряда диэлектриков в полупроводники. Удельное электросопротивление полупроводниковых материалов изменяется, как известно [3, стр.289], в интервале от 10⁻⁶ до 10⁸ Ом/м.

Предполагается, что в ионном расплаве в какой-то степени сохраняются те же типы

химической связи, которые существовали в твердом кристалле. Об этом же свидетельствуют близость значений плотностей, теплоемкостей твердых и расплавленных солей. При плавлении происходит рост дефектов в расплавленном кристалле, что способствует проявлению полупроводниковых свойств расплава.

В качестве иллюстрации проявления некоторой электронной проводимости расплава кислых фторидов калия в табл.2 приведены результаты статистической обработки ежегодных данных наработок газоразделительных колоколов серийных электролизеров на отказ по номеру электролизера в цепи электроснабжения (1984-1995гг.). Электролизеры, включенные на положительный и отрицательный полюсы генератора постоянного тока, пронумерованы в порядке возрастания потенциала (по абсолютной величине).

Статистическая обработка проводилась по методу разрывной нелинейной регрессии и линейной регрессии. Использование линейной регрессии дало слабую корреляцию (коэффициент корреляции 0,22), в то время как методом нелинейной разрывной регрессии получены уравнения регрессии номера электролизера в цепи электроснабжения по наработке колокола на отказ с коэффициентами корреляции до 0,99.

Каждое уравнение ограничено номером электролизера, на котором происходит разрыв регрессии. Граничные наработки колоколов на отказ по электрохимической коррозии отличаются на 9 тыс. ч, при среднегодовой наработке 6-7 тыс. ч.

При этом с увеличением номера электролизера в цепи электроснабжения наработка колокола на отказ может линейно увеличиваться или уменьшаться в пределах определенных номеров электролизеров.

Из табл. 2 видно, что по мере уменьшения силы тока на электролизерах происходило увеличение удельного расхода электроэнергии, что могло быть связано с работой электролизеров с малым содержанием фтористого водорода в электролите.

Действительно, в рассматриваемый период времени среднегодовая доля анализов электролита с результатом меньше 37% увеличивалась и достигла к 1992 г. 50%, а на отдельных электролизерах 70%. Установлено, что с увеличением доли анализов электролита с результатом меньше 37% в общем количестве анализов (в межремонтную наработку электролизера) наработка колокола на отказ по причине его электрохимической коррозии уменьшается. Уменьшение удельного расхода электроэнергии в 1993 г. можно объяснить увеличением выпуска фтора, а последующее увеличение этого показателя - уменьшением выпуска фтора и увеличением доли потерь в общем расходе электроэнергии.

Физический смысл уравнений регрессии (табл.2) может состоять в очевидном проявлении протекторной защиты колоколов одного из электролизеров, отвечающему номеру точки перегиба, по отношению к колоколам электролизеров с номерами в убывающей или возрастающей последовательности. Электролизером-протектором могут быть и

электролизеры в начале или конце цепи электроснабжения. Действие протекторной защиты, как известно, основано на разности потенциалов активного (растворяющегося) и пассивного (защита того) участков поверхности металла, погруженного в электролит. При этом оба участка поверхности электрически соединены посредством проводника 1-го рода (металл) и 2-го рода (через электролит вследствие ионной проводимости). Однако колокола друг от друга электрически изолированы даже в пределах одного электролизера. Остается предполагать, что они электрически связаны через электролит, который может обладать как ионной, так и некоторой электронной проводимостью.

Колокол-протектор, потенциал которого по отношению к электролиту - наименьший из всех колоколов электролизера, включенных в электрическую цепь, может появиться в результате уменьшения электросопротивления на участке корпус - "земля" до критических значений, при которых происходит уменьшение потенциала колокола по отношению к электролиту.

В таком случае наработка колоколов на отказ по электрохимической коррозии должна уменьшаться с уменьшением электросопротивления на участке корпус - "земля".

Для проверки этого предположения проводились замеры электросопротивления на участке серийных электролизеров корпус - "земля". В табл.3 приведены результаты этих замеров; там же приведены наработки электролизеров на отказ колоколов по электрохимической коррозии для тех же электролизеров, на которых проводились замеры.

Результаты эксплуатации СТЭ-20, полученные в 1993-1997 гг., приведенные в табл.3, сгруппированы по максимальным, минимальным и промежуточным значениям сопротивления электроизоляции. Из табл. 3 видно, что при сопротивлении электроизоляции, больше 1 МОм, наработка колокола на отказ изменяется в интервале 44781-144474 кА-ч, а при сопротивлении электроизоляции, меньше 1МОм, - в интервале 43117-77373 кА-ч.

Относительно малые наработки колоколов на электролизерах с относительно большими сопротивлениями электроизоляции можно объяснить влиянием малого содержания фтористого водорода в электролите (меньше 37 вес.%) в течение продолжительного времени эксплуатации электролизеров.

Установлено, что наработка колокола на отказ взаимосвязана с продолжительностью работы электролизера при содержании фтористого водорода в электролите меньше 37 вес.% и наработкой анодов уравнением регрессии:

$$K = 90,8346 - 4,5394 \cdot H^{1/2} - 64,7578/M,$$

где K - наработка электролизера на отказ колокола, млн. А-ч; интервал 43,8-105; H - доля результатов анализа электролита на содержание HF, меньших 37 вес.%; интервал 2-47%; M-наработка анодов, тыс. ч; интервал 2-47 тыс. ч.

Коэффициент корреляции 0,6. Относительно умеренную корреляцию можно объяснить недостаточным количеством анализов электролита.

Тем не менее полученное уравнение регрессии вполне согласуется с многолетним опытом эксплуатации фторных электролизеров.

Из полученного уравнения регрессии следует, что при $H = 0$ и наработке анодов больше 10 тыс.ч наработка колокола на отказ по электрохимической коррозии достигает максимума 85-90 млн. А-ч. При $H = 47\%$ наработка колокола уменьшается до 60 млн. А-ч, то есть на 30%. При $H = 0$ и $M = 2$ тыс. ч наработка колокола может быть всего 30 млн. А-ч.

Влияние наработки анодов существенно при их первом использовании вследствие большего пускового периода и образования большего количества угольной пыли в сравнении с теми же показателями для электролизеров, укомплектованных анодами, бывшими в употреблении, или иных причин.

Сложность взаимосвязи наработки стального колокола на отказ, сопротивлением электроизоляции, содержанием фтористого водорода в электролите обусловлена еще и тем, что наработка колокола на отказ коррелируется (с коэффициентами корреляции до 0,99) с порядковым номером электролизера относительно полюса генератора, то есть с потенциалом электролизера относительно "земли", о чем говорилось выше.

Отмеченные взаимосвязи можно объяснить наличием смешанной проводимости электролита и в этом случае выход фтора по току может зависеть от содержания фтористого водорода в электролите и его температуры.

В табл. 4 приведены результаты определения выхода фтора по току на фторных электролизерах разных конструкций, работающих при плотностях тока на аноде 0,2 или 0,4 А/см².

Из табл.4 следует, что в опытно-промышленном электролизере 1 на 20 кА, с верхним вводом анодов, работавшего с плотностью тока на аноде 0,4 А/см², максимальные значения выхода фтора по току 98-100% соответствует интервалу содержания фтористого водорода в электролите 39,4-40,3 вес.% и интервалу температуры электролита 107-112°C, а минимальные значения выхода фтора по току 91-93 вес.% отвечают интервалы содержания фтористого водорода в электролите: 38,4-39% и температуры электролита 110-112°C.

В опытно-промышленном электролизере 2, аналогичном по конструкции электролизеру 1, максимальные значения выхода фтора по току 95-96% отвечают интервалу содержания фтористого водорода в электролите 39,7-40,4 вес.% и интервалу температуры электролита 107-114°C, а минимальному значению выхода фтора по току 93% отвечают интервалы содержания фтористого водорода в электролите 39,3-39,5 вес.% и температуры электролита 107-110°C.

В электролизере 3 с боковым вводом анодов на 2 кА, работающем с плотностью тока 0,4 А/см², при содержании фтористого водорода в электролите в интервале 39-41 вес. % выход фтора по току увеличивается от 86-92 до 95-96 вес.% с увеличением температуры электролита от 100-108 до 113-118°C.

Из полученных данных следуют оптимальные параметры работы электролизера с плотностью тока на аноде 0,4 А/см²: содержание фтористого водорода в электролите 39,2-40,4 вес.% и температура электролита в интервале 106-112°C.

В СТЭ-20 с увеличением содержания фтористого водорода в электролите от 37,3 до 40 вес.%, в интервале изменения температуры электролита 94-120°C выход фтора по току может увеличиваться от 86 до 99%.

Очевидно наличие регрессии выхода фтора по току с температурой электролита и содержанием в нем фтористого водорода.

Увеличение концентраций ионов железа и меди в электролите способствует протеканию процесса окисления-восстановления ионов железа и меди. При содержании примеси железа в электролите более 0,6 вес.% выход фтора по току уменьшается и процесс окисления-восстановления ионов железа может конкурировать с электронной проводимостью. В этом случае выход фтора по току может не зависеть от температуры электролита и содержания в нем фтористого водорода или зависеть не в такой степени, как при использовании чистого электролита.

Уменьшению выхода фтора по току способствуют дефекты анодов при контакте электролита с медным токоподводящим штоком. Его растворение ведет к накоплению ионов меди в расплаве, которые участвуют в переносе тока.

Широкому применению электролита в указанных интервалах температуры и содержания фтористого водорода в электролите при электролизе фтора препятствует недостаточная стойкость анодов и накопление примесей железа и меди в электролите. Для исключения этих неблагоприятных факторов необходимо применять аноды улучшенного качества по патенту РФ 2118995 с приоритетом от 01.07.96 "Анод фторного среднетемпературного электролизера".

В качестве материала газоразделительного колокола рекомендуется анодно-защищенный магниевый-алюминиевый сплав, наработка которого соизмерима с наработкой анодов до отказа улучшенного качества (до 50 тыс. ч).

Предлагаемый способ получения фтора может быть использован во фторных электролизерах биполярного типа, с принудительной циркуляцией электролита [1, стр. 94], конструкция которых может обеспечить охлаждение и насыщение трифторидного расплава в отдельном аппарате.

Литература

1. Н.П.Галкин, А.Б.Крутиков. Технология фтора. М.: Атомиздат, 1960 г.
2. Ю. К.Делимарский. Теоретические основы электролиза ионных расплавов. М., 1986, стр. 39-41, 183-187.
- А.Н.Харин, Н.А.Катаева, Л.Т.Харина. Курс химии. М., стр. 287-295.

Формула изобретения:

Способ получения фтора путем электролиза на угольном аноде из расплава трифторида калия, отличающийся тем, что электролиз ведут с плотностью тока на аноде 0,4 А/см² при содержании фтористого

водорода в электролите 39,2-40,4 вес.% и

температуре электролита 106-112°C.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2198962 C2

RU 2198962 C2

Таблица 1

Результаты замеров электросопротивления на участках анод-катод, корпус-"земля"серийных СТЭ-20 с твёрдым (при 18⁰С) и расплавленным (при 100⁰С) электролитом

№№ СТЭ-20	Сопротивление, кОм, твёрдого электролита при 18 ⁰ С на участках СТЭ		Содержа- ние HF в элект- ролите, вес. %	Сопротивление расплава электролита при 100 ⁰ С, кОм, на участках СТЭ		Со- дер- жание HF в элект- роли- те, вес. %
	Анод- катод	Корпус- "земля"		Анод-катод	Корпус- "земля"	
21	0,43	5,0	36,6	8,19 · 10 ³	14,6	36,6
26	0,61	9,3	37,1	2,38 · 10 ³	19,0	37,1
28	0,39	4,6	36,6	8,82 · 10 ³	4,6	36,6
30	0,41	8,7	36,6	9,2 · 10 ³	16,9	37,2
				2,99 · 10 ³	13,7	37,2
36	0,86	1,4 · 10 ³	35,2	4,68 · 10 ³	8,1	37,2
43	0,41	16,4	36,0	8,59 · 10 ³	11,5	36,7
48	4,0 · 10 ³	5,0 · 10 ³	37,7	2,99 · 10 ³	10,7	36,7
50	0,001	0,6 · 10 ³	36,4	1,49 · 10 ³	2,56 · 10 ³	37,2
51	0,001	0,6 · 10 ³	36,5	0,1	1,02 · 10 ³	36,4
52	0,001	0,6 · 10 ³	36,5	1,7 · 10 ³	0,76	37,4
53	7,88 · 10 ³	1,0 · 10 ³	39,0			
54	3,11 · 10 ³	3,11 · 10 ³	39,0			
55	7,3 · 10 ³	12,0 · 10 ³	39,0			
56	7,79 · 10 ³	0,8 · 10 ³	39,0			
57	0,39	0,5 · 10 ³	36,8			
58	0,34	13,48 · 10 ³	36,8			
60	7,57 · 10 ³	5,35 · 10 ³	36,6			
61	0,4	4,1 · 10 ³	36,6			
62	0,42	4,0 · 10 ³	37,0			
64	7,48 · 10 ³	9,0	38,8			
67	2,3 · 10 ³	2,0 · 10 ³	37,7			
68	4,0 · 10 ³	1,5 · 10 ³	39,4			

Таблица 2

Результаты статистической обработки по уравнению регрессии номера электролизера "N" по наработке колокола на отказ "n" $N=a+b.n(N \leq N^*)+c+d.n(N > N^*)$. При $N \leq N^*$ $c=0$; $d=0$. При $N > N^*$ $a=0$, $b=0$.

Го- ды	Полус генера- тора	Величины					Коэ- ффи- ци- ент кор- реля- ции	Относительн- ый удельный расход электро- энергии, %, сила тока, кА	Коли- чество элект- роли- зёров, еди- ниц
		a	b	c	d	N*			
1984	минус	18	-0,16	27	0,08	22	0,83	-	22
	плюс	6	1,17	53	3,9	17	0,95		11
1987	минус	5	0,19	21	-0,4	13	0,88	91,3/15,53	19
	плюс	11	-0,21	24	0,25	17	0,85		26
1988	минус	-1,3	1,32	15	1,3	17	0,9	90,2/15,24	29
	плюс	15	0,24	1	0,44	11	0,92		12
1989	минус	4	0,42	29	-0,7	15	0,85	98/15,17	30
	плюс	5	0,32	27	-0,57	15	0,85		17
1990	минус	11	-0,44	19	0,8	17	0,88	93,3/13,15	23
	плюс	-10	2,25	9	1,28	13	0,93		14
1991	минус	19	-1,1	34	-1,1	18	0,87	94,5/13,14	21
	плюс	24	-2,6	26	-0,92	13	0,91		13
1992	минус	20	-1,75	35	-1,42	19	0,95	100/11,69	19
	плюс	3	0,84	19	0,05	15	0,9		15
1993	минус	5	0,11	25	-0,52	14	0,91	92,9/12,09	13
	плюс	-4	1,16	22	-1,22	8	0,99		7
1994	минус	5	0,97	80	-9,4	19	0,81	95,7/11,56	8
	плюс	2	1,1	31	-2,0	15	0,96		7
1995	минус	-1	1,6	27	0,08	19	0,95	104,1/10,53	12
	плюс	-3	0,98	1	2,1	6	0,98		4

Таблица 3

Результаты замеров сопротивления электроизоляции на участке корпус СТЭ-20 –“земля”,
срок службы и наработка электролизёров на отказ колокола

Номер электролизёра	Дата вывода в ремонт	Сопротивление электроизоляции, кОм	Межремонтный срок службы электролизёра и колокола, ч	Наработка колокола на отказ	
				часов	кА-ч
41	21.10.97	4000-11000	41979	13078	144474
48	05.10.94	9000-10400	30026	9149	109991
58		6000-10000	55489	11701	138755
25	12.10.93	4500	24150	10478	128847
18		5500	38272	7484	84558
52	16.05.94	1600-2000	29788	9860	121366
39	05.10.93	1100-1300	35472	12276	136956
68	23.04.95	900-6000	22039	5625	65433
23	16.05.94	3000-5000	18060	5910	71096
66	08.06.93	4000-5000	12033	5430	63312
36	09.06.93	4700-4800	10075	3854	44781
45	28.11.93	1500-1600	14908	5641	66913
31	24.09.94	1200-1500	24643	6159	74437
42	13.11.93	1700-2000	14483	5540	65872
47	16.03.93	720-1080	20894	5905	70387
40	16.08.93	500	12595	4191	48862
69	22.04.94	700-1350	16622	6310	74004
17	20.04.95	650- 800	14935	5831	66857
24	11.03.95	500- 850	12172	3687	43117
64	11.07.94	200	16592	6668	77373
30	04.08.93	100- 700	21257	6575	75249
20	10.07.93	24	-	5492	66319
26	22.08.93	2,1-2,3	14027	5110	61061
62	21.10.93	1,0-1,5	13133	5185	61346
65	26.10.93	0,17 – 0,22	11489	4878	56472

Таблица 4

Результаты определения выхода фтора по току в зависимости от температуры электролита и содержания в нём фтористого водорода

Температура электролита, °С	Содержание HF в электролите, % вес.	Выход фтора по току, %	Температура электролита, °С	Содержание HF в электролите, % вес.	Выход фтора по току, %
Электролизёр № 1 с верхним вводом анодов на 20 кА, $D_a=0,4\text{А/см}^2$, 11.07.80-23.05.81			Электролизёр № 2 с верхним вводом анодов на 20 кА, $D_a=0,4\text{А/см}^2$, 26.07.78-02.02.79		
106	38,7	95	118	38,7	94
110	38,7	93	107	39,5	93
112	38,4	93	110	39,3	93
107	39,4	98	110	39,9	94
110	39,0	91	114	39,7	96
108	39,7	98	114	39,8	96
108	39,7	98	107	40,4	96
110	39,5	98	112	40,0	95
112	39,7	98	112	40,2	96
110	40,3	100	114	40,3	95
Электролизёр № 3 с боковым вводом анодов, на 2 кА, $D_a=0,4\text{А/см}^2$, 1974-75гг.			СТЭ-20; 1974-76гг.		
100	39-41	92	94	37,3	86
103	То же	92	108	37,4	92
103	“	86	100	38,3	89
103	“	92	107	38,2	91
104	“	88	112	38,7	97
108	“	92	115	38,3	93
108	“	89	115	38,5	97
111	“	93	105	39,3	91
111	“	93	107	39,0	94
113	“	90	120	39,0	93
114	“	96	98	40,7	91
114	“	96	106	40,0	99
118	“	95	104	40,0	97